

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-323788

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int.Cl.

B23K 26/06
B23K 26/00
// H01S 3/00

(21)Application number : 09-138166

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 28.05.1997

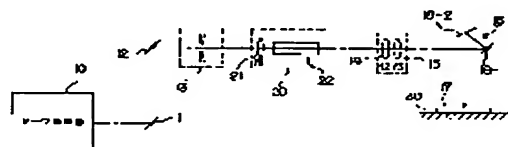
(72)Inventor : TANI MAKOTO

(54) LASER PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser processing device capable of improving the hole making processing speed.

SOLUTION: A stepless laser light volume controller 13, which can change the laser beam volume continuously, is installed on the optical path of the laser beam, and a uniform optical system 20, which ensures a uniformity of the laser beam energy intensity distribution, is installed next to the stepless controller. The section shape of the laser beam from the uniform optical system is made to be a rectangle, and a processing substrate 17 is irradiated with the laser beam through the mask holding hole patterns for making plural holes in the irradiation range of the rectangularly shaped laser beam, resulting in making plural holes simultaneously.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3175006

[Date of registration] 06.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 06.04.2004

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the laser-beam-machining equipment which irradiates the laser beam of the shape of a pulse from a laser oscillation machine at a processed substrate, and performs punching processing An adjustable quantity of light stepless gradation ready device is continuously established for the quantity of light of this laser beam into the optical path of said laser beam. After this quantity of light stepless gradation ready device, the homogeneity optical system which makes the intensity distribution of laser beam energy homogeneity is established further. The cross-section configuration of the laser beam from this homogeneity optical system is used as a long square. To said processed substrate Laser-beam-machining equipment characterized by making two or more punchings possible at coincidence by irradiating a laser beam through the mask which has a hole pattern for two or more punchings in the exposure region of the laser beam of the cross-section configuration of said long square.

[Claim 2] It is laser-beam-machining equipment characterized by including the motor by which said quantity of light stepless gradation ready device has been arranged in laser-beam-machining equipment according to claim 1 in the pass band of a laser beam, and which extracts and drives a device and this.

[Claim 3] It is laser-beam-machining equipment characterized by including the KARAIDO reflecting mirror to which said homogeneity optical system equalizes the intensity distribution of laser beam energy by the multiple echo in laser-beam-machining equipment according to claim 2.

[Claim 4] It is laser-beam-machining equipment characterized by carrying out mirror plane finishing so that the amount of [which is the hollow prism block with which said KARAIDO reflecting mirror consists of oxygen free copper or beryllium in laser-beam-machining equipment according to claim 3, and becomes the passage way of said laser beam] centrum may have a predetermined cross-section configuration.

[Claim 5] In laser-beam-machining equipment according to claim 4, the laser beam which came out of said KARAIDO reflecting mirror Make it shake at the predetermined field of said mask with a GARUBANO scanner, and it is made to irradiate. Said GARUBANO scanner The 1st galvanomirror for the X-axes for making X shaft orientations shake a laser beam on said processed substrate, Laser-beam-machining equipment characterized by including the 2nd galvanomirror for the Y-axes for making Y shaft orientations shake the laser beam from this 1st galvanomirror on said processed substrate.

[Claim 6] Laser-beam-machining equipment characterized by establishing the contraction projection optics for reducing the cross-section configuration of the laser beam from said KARAIDO reflecting mirror with at least one image formation lens, and projecting on said mask between said KARAIDO reflecting mirrors and said GARUBANO scanners in laser-beam-machining equipment according to claim 5.

[Claim 7] It is laser-beam-machining equipment characterized by said mask being a contact mask in laser-beam-machining equipment according to claim 6.

[Claim 8] It is laser-beam-machining equipment characterized by said mask being a conformal mask in laser-beam-machining equipment according to claim 6.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the laser-beam-machining equipment which irradiates the laser beam of the shape of a pulse from a laser oscillation machine at a processed substrate, and performs punching processing.

[0002]

[Description of the Prior Art] In response to the demand of the densification of a printed-circuit board accompanying the miniaturization of electronic equipment, and high-density-assembly-izing, the multilayer printed circuit board which carried out the laminating of two or more printed-circuit boards is offered in recent years. It is necessary to connect conductive layers (copper foil) electrically in such a multilayer printed circuit board between the printed-circuit boards by which the laminating was carried out up and down. Such connection forms the hole called the Bahia hall which reaches a lower layer conductive layer to the insulating layer (usually polymers, such as polyimide and epoxy system resin) of a printed-circuit board, and is realized by performing electric conduction plating to the interior of the hole.

[0003] In order to form such a Bahia hall, laser is used recently. The laser-beam-machining equipment using laser is CO₂. A pulse-like laser beam is generated with a gas laser oscillator, and this is led to the mask for fabricating the cross-section configuration of a laser beam. Incidence of the laser beam fabricated with the mask is carried out to the scan system called a GARUBANO scanner, and it is irradiated through ftheta lens by the printed-circuit board as a processed substrate. A GARUBANO scanner has the 1st galvanomirror 71 for making X shaft orientations shake a laser beam, and the 2nd galvanomirror 72 for making Y shaft orientations shake the laser beam from the 1st galvanomirror 71, as shown in drawing 7.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a GARUBANO scanner is controlled based on the processing pattern defined beforehand, a laser beam is made to shake in a scanning zone (for example, square field whose one side is dozens of cm), and it performs one punching at a time to a position by carrying out a positioning exposure. Therefore, the processing field in a processed substrate is decided in the scanning zone of a GARUBANO scanner. Moreover, since the rate of punching processing is mainly decided by the speed of response of a galvanomirror, it has a limit.

[0005] Then, the technical problem of this invention is to offer the laser-beam-machining equipment which can aim at improvement in the rate of punching processing.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In the laser-beam-machining equipment which this invention irradiates the laser beam of the shape of a pulse from a laser oscillation machine at a processed substrate, and performs punching processing An adjustable quantity of light stepless gradation ready device is continuously established for the quantity of light of this laser beam into the optical path of said laser beam. After this quantity of light stepless gradation ready device, the homogeneity optical system which makes the intensity distribution of laser beam energy homogeneity is established further. The cross-section configuration of the laser beam from this

homogeneity optical system 20 is used as a long square. To said process substrate By irradiating a laser beam through the mask which has a hole pattern for two or more punchings in the exposure region of the laser beam of the cross-section configuration of said long square, it is characterized by making two or more punchings possible at coincidence.

[0007] It extracts and said quantity of light stepless gradation ready device contains the device and the motor which drives this arranged in the pass band of a laser beam.

[0008] On the other hand, it is characterized by carrying out mirror plane finishing especially of said KARAIDO reflecting mirror including the KARAIDO reflecting mirror to which said homogeneity optical system equalizes the intensity distribution of laser beam energy by the multiple echo, so that the amount of [which is the hollow prism block which consists of oxygen free copper or beryllium, and becomes the passage way of said laser beam] centrum may have a predetermined cross-section configuration.

[0009] Make the laser beam which came out of said KARAIDO reflecting mirror shake at the predetermined field of said mask with a GARUBANO scanner, and it is made to irradiate it again according to this invention. Said GARUBANO scanner The 1st galvanomirror for the X-axes for making X shaft orientations shake a laser beam on said processed substrate, The laser-beam-machining equipment characterized by including the 2nd galvanomirror for the Y-axes for making Y shaft orientations shake the laser beam from this 1st galvanomirror on said processed substrate is offered.

[0010] It is desirable to establish the contraction projection optics for reducing the cross-section configuration of the laser beam from said KARAIDO reflecting mirror with at least one image formation lens, and projecting on said mask between said KARAIDO reflecting mirrors and said GARUBANO scanners.

[0011] A contact mask or a conformal mask is used for said mask.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 shows the outline configuration of the laser-beam-machining equipment by this invention. It sets to drawing 1 and is TEA(Transversely Excited Atmospheric pressure) CO₂ as a laser generation source here. The gas laser oscillator (it is hereafter called a laser oscillation machine) is used. Incidence of the laser beam of the shape of a pulse which carried out outgoing radiation is carried out to the laser intensity stepless gradation ready device 13 via the 1st and 2nd reflecting mirror 11 and 12 from the laser oscillation machine 10. Including the stepping motor which drives a diaphragm device and this, the laser intensity stepless gradation ready device 13 is a principle like the drawing device of a camera, and adjusts the quantity of light of the laser which carries out incidence. That is, the laser beam which carries out incidence to the laser intensity stepless gradation ready device 13 usually has a rectangle of the size whose cross section is about 11mmx9mm. The laser beam of this cross-section rectangle is restricted in part mechanically, and the laser intensity stepless gradation ready device 13 starts it. And the energy of the started laser beam serves as adjustable in relation to that logging area, and this value is adjustable in relation to the rotation of a stepping motor.

[0013] Incidence of the laser beam from the laser intensity stepless gradation ready device 13 is carried out to the homogeneity optical system 20. The homogeneity optical system 20 is a focal distance f₁. The condenser lens 21 for incidence and the KARAIDO reflecting mirror 22 are included. Although the homogeneity optical system 20 is later mentioned about the structure, it is for carrying out incidence of the laser with the intensity distribution of a single mode or a multimode to the KARAIDO reflecting mirror 22 with the condenser lens 21 for incidence, and making the energy intensity distribution of a laser beam into homogeneity in the KARAIDO reflecting mirror 22 using the multiple echo in the interior. The laser beam which came out of the homogeneity optical system 20 is a focal distance f₂ and f₃. Contraction projection is carried out with the image formation lenses 14 and 15, it is shaken by the scan system 16 with the GARUBANO scanner mentioned above, and the processed substrate 17 on X-Y stage 30 irradiates.

[0014] Here, the scan system 16 has the 1st galvanomirror 16-1 for making X shaft orientations shake a laser beam to the processed field, i.e., the scan field, of the processed substrate 17 on

X-Y stage 30, and the 2nd galvanomirror 16-2 for making Y shaft orientations shake the laser beam from the 1st galvanomirror 16-1, as mentioned above. After it is movable to X shaft orientations and Y shaft orientations and processing to one processed field of the processed substrate 17 is completed, X-Y stage 30 moves the processed substrate 17 so that the next processed field of the processed substrate 17 may be located in the scan field by the scan system 16.

[0015] The KARAIDO reflecting mirror 22 is explained with reference to drawing 2. It combines and the KARAIDO reflecting mirror 22 changes so that four rod-like structures 22-1 to 22-4 of the cross-section length square which consists of oxygen free copper may be made by the centrum 22-5 among these. These attachment is performed by the bolt 22-6. Especially the centrum 22-5 used as the passage way of a laser beam has a square cross-section configuration, and mirror plane finishing is carried out so that the inside may moreover serve as a reflecting mirror.

[0016] According to such a KARAIDO reflecting mirror 22, the laser beam which carried out incidence is reflected multiply within a centrum 22-5, and, as a result, the energy intensity distribution of a laser beam are made into homogeneity. The uniformity coefficient of energy intensity distribution is determined by the magnitude of the size of the cross-section configuration of the laser beam which carries out incidence, the focal distance of the condenser lens 21 for incidence, and the cross-section configuration of a centrum 22-5, and the overall length of a centrum 22-5. The count of a multiple echo increases and a uniformity coefficient improves, so that the overall length of a centrum 22-5 is long. With this gestalt, although the overall length of a centrum 22-5 is set as the die length to which at least 3 times of multiple echoes are performed, since a loss will increase if the count of a multiple echo increases, its die length to which about several reflection is performed is desirable.

[0017] In addition, as an ingredient of the KARAIDO reflecting mirror 22, it is CO₂. In the case of a laser oscillation machine, the beryllium other than oxygen free copper can be considered. On the other hand, when using an YAG laser oscillator and a excimer laser oscillator, a glass ingredient like a quartz can also be used.

[0018] By using such homogeneity optical system 20, the energy intensity distribution of the laser in a laser beam exposure region are equalized, and, in punching processing to a printed-circuit board, a laser beam with uniform energy intensity distribution can be irradiated together with adjustment of the laser beam energy by the laser intensity stepless gradation ready device 13. This is effective at the following points. That is, the conductive layer by copper foil is usually formed in the inferior surface of tongue of a printed-circuit board. And with old laser-beam-machining equipment, the energy intensity distribution of the laser beam in a laser radiation region turn into Gaussian distribution, and energy is as large as the core of a laser beam. Consequently, it does not remain for making a hole in a printed-circuit board, but there is a trouble of being easy to do damage to a conductive layer. On the other hand, since according to this gestalt energy intensity distribution also serve as homogeneity while the energy of the laser beam in a laser radiation region is adjusted, damage is not done to a conductive layer.

[0019] In the laser-beam-machining equipment of this gestalt, whenever [maximum angle-of-divergence / of the laser beam from the laser oscillation machine 10] is set to 5mrad(s), and it is the focal distance f₁ of the condenser lens 21 for incidence. If 120mm, the spot size of the laser beam condensed at the entry of the KARAIDO reflecting mirror 22 will be set to diameter-at-the-maximum-equator 120x5=600micrometer. For this reason, size of the cross-section configuration of the centrum 22-5 of the KARAIDO reflecting mirror 22 was set to 900micrometerx4500micrometer. The image of the laser beam of the outgoing radiation edge of this equalized KARAIDO reflecting mirror 22 serves as a rectangle of 900micrometerx4500micrometer size. In order to reduce the size on the exposure region of a laser beam, i.e., a processing side, to one third and to project this image, it is the focal distance f₂ of the image formation lenses 14 and 15, and f₃. The ratio was made to be set to 3:1. At this gestalt, it is a focal distance f₂. 600mm and focal distance f₃ It was referred to as 200mm, and it set up so that the distance to the image formation lens 14 might be set to 600mm from the outgoing radiation edge of the KARAIDO reflecting mirror 22.

[0020] Consequently, as for the spot size of the laser beam on a processing side, energy intensity distribution are equalized by 300micrometerx1500micrometer.

[0021] This invention has the description at the point which enabled two or more punching processings at once by the laser beam with a bigger spot size than an old thing that energy intensity distribution were equalized in this way. Below, this is explained.

[0022] With reference to drawing 3, the case where punching processing is performed to a green sheet is explained. In recent years, the size of the hole needed for a green sheet and a pitch have been contraction-ized with the densification of electronic parts, and high integration. A short pitch side is [a 600 micrometer and long pitch side] 1200 micrometers, and, as for the size of a hole, the green sheet of a maximum of 150mm in the width of face by the side of a short pitch is offered, as for the diameter of 100 micrometers, and the pitch. Of course, this is an example, according to the class (product) of green sheet, a short pitch side is 800 micrometers or 1000 micrometers, and a long pitch side may call it 1600 micrometers or 2000 micrometers.

[0023] A contact mask method is adopted as punching of the above green sheets with this gestalt. As shown in drawing 4, this is installing the contact mask 200 which has the desired path and desired pitch of a hole on a green sheet 100, and irradiating the laser beam of the spot size mentioned above through the contact mask 200, and realizes the path and pitch of a required hole. 101 is a conductive layer.

[0024] As shown in drawing 5, when performing punching of the spot size explained by drawing 1, i.e., a green sheet as shown in drawing 3 by the 300micrometerx1500micrometer laser beam, you can understand that three punching processings can be performed at once.

[0025] By the way, as a contact mask, the laser beam was reflected well, a thermally conductive good ingredient, for example, beryllium copper, and oxygen free copper were used, and the required through hole was formed by etching processing.

[0026] Although the above-mentioned explanation is an example which processes three holes at once, even if it is a green sheet as shown in drawing 3, it can offer the laser-beam-machining equipment which carries out coincidence processing of the four or more holes according to the improvement in an output of a laser oscillation machine, and the fall of whenever [laser angle-of-divergence].

[0027] This invention is applicable not only to a contact mask method but a conformal mask method as shown in drawing 6 again. By the conformal mask method, the printed-circuit board 110 and mask 210 which are a processed substrate are unified beforehand. 111 is a conductive layer. Therefore, the exposure field to a mask 210 is divided into the field corresponding to the spot size of a laser beam, and by making it irradiate a laser beam one by one to each field by gal BANOSUKYA, even when the size or the pitch of a hole are not fixed, two or more holes which enter in the spot size of a laser beam can be processed into coincidence.

[0028] In addition, such even case, this invention is not applicable [in old punching processing, it is usually carried out at 2-4 shots, and], although the above-mentioned explanation is made to perform punching by one shot of laser beams also until it says. Moreover, a laser oscillation machine is TEA-CO2. It can be used not only with a laser oscillation machine but with laser oscillation vessels like a throat, such as a excimer laser oscillator and an YAG laser oscillator.

[0029]

[Effect of the Invention] As explained above, since the laser-beam-machining equipment by this invention can perform two or more punchings to coincidence, its working speed improves by leaps and bounds. Moreover, since adjustment and intensity distribution of the energy of the laser in a laser beam exposure region can be equalized, it is suitable for punching processing to the printed-circuit board with which the conductive layer especially by copper foil is formed. That is, punching can be performed, without doing damage to a conductive layer.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing having shown the outline configuration of the laser-beam-machining equipment by this invention.

[Drawing 2] It is a front view for explaining the structure of the KARAIDO reflecting mirror in the homogeneity optical system shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing having shown the example of arrangement of the hole formed there about the case of a green sheet as an example of the processed substrate used for this invention.

[Drawing 4] It is a sectional view for explaining punching by the contact mask method with which this invention is applied.

[Drawing 5] It is drawing for explaining relation with the hole shown in the size and drawing 3 on the processing side of the laser beam obtained by this invention.

[Drawing 6] It is a sectional view for explaining punching by the conformal mask method with which this invention is applied.

[Drawing 7] It is drawing having shown the outline configuration of a GARUBANO scanner.

[Description of Notations]

10 Laser Oscillation Machine

11 12 Reflecting mirror

13 Laser Intensity Stepless Gradation Ready Device

14 15 Image formation lens

16 Scan System

16-1, 16-2 The 1st and 2nd galvanomirror

17 Processed Substrate

20 Homogeneity Optical System

21 Condenser Lens for Incidence

22 KARAIDO Reflecting Mirror

30 X-Y Stage

[Translation done.]

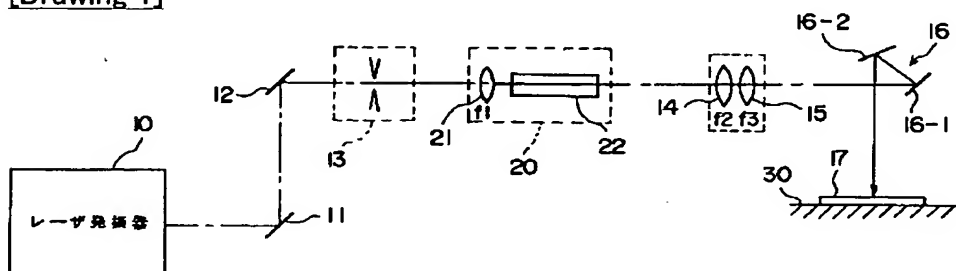
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

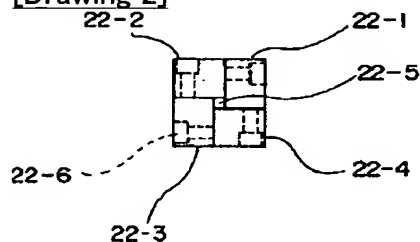
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

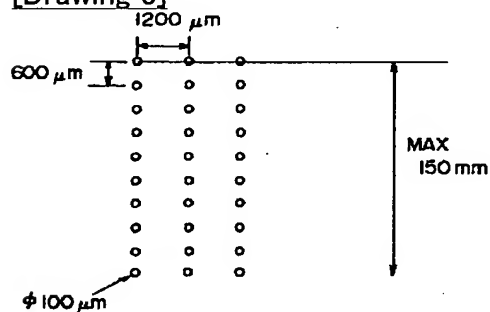
[Drawing 1]



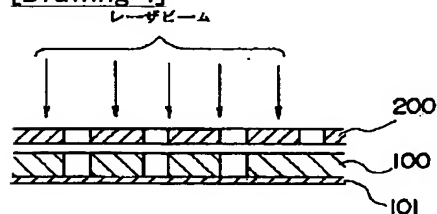
[Drawing 2]



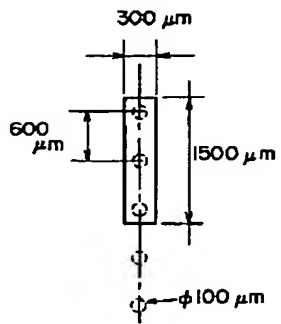
[Drawing 3]



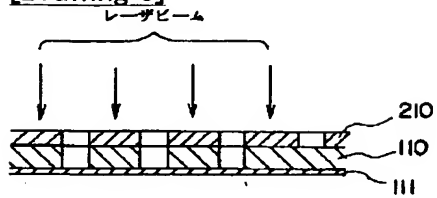
[Drawing 4]



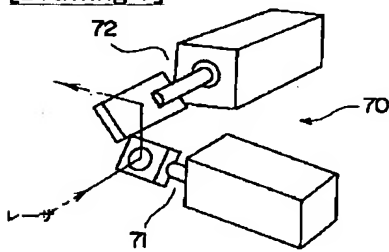
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-323788

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 3 K 26/06

識別記号

F I

B 2 3 K 26/06

J

E

26/00

3 3 0

26/00

3 3 0

// H 0 1 S 3/00

H 0 1 S 3/00

B

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-138166

(22) 出願日

平成9年(1997)5月28日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 谷 誠

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

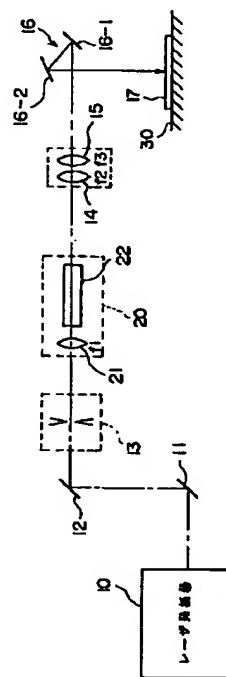
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 穴あけ加工の速度の向上を図ることのできるレーザ加工装置を提供すること。

【解決手段】 レーザビームの光路中に該レーザビームの光量を連続的に可変のレーザ光量無段階調整機構13を設け、該レーザ光量無段階調整機構の後には更に、レーザビームエネルギーの強度分布を均一にする均一光学系20を設ける。該均一光学系からのレーザビームの断面形状を長四角形にし、被加工基板17には、前記長四角形の断面形状のレーザビームの照射域に複数個の穴あけ用の穴パターンを持つマスクを通してレーザビームを照射することにより、同時に複数個の穴あけを可能とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器からのパルス状のレーザービームを被加工基板に照射して穴あけ加工を行うレーザー加工装置において、前記レーザービームの光路中に該レーザービームの光量を連続的に可変の光量無段階調整機構を設け、該光量無段階調整機構の後には更に、レーザービームエネルギーの強度分布を均一にする均一光学系を設けて、該均一光学系からのレーザービームの断面形状を長四角形にし、前記被加工基板には、前記長四角形の断面形状のレーザービームの照射域に複数個の穴あけ用の穴パターンを持つマスクを通してレーザービームを照射することにより、同時に複数個の穴あけを可能としたことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項2】 請求項1記載のレーザー加工装置において、前記光量無段階調整機構は、レーザービームの通過域に配置された絞り機構とこれを駆動するモータとを含むことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項3】 請求項2記載のレーザー加工装置において、前記均一光学系は、多重反射によりレーザービームエネルギーの強度分布を均一化するカライド反射鏡を含むことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項4】 請求項3記載のレーザー加工装置において、前記カライド反射鏡は無酸素銅あるいはベリリウムより成る中空角柱ブロックであり、前記レーザービームの通過路となる中空部分が所定の断面形状を持つように鏡面仕上げされていることを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項5】 請求項4記載のレーザー加工装置において、前記カライド反射鏡から出たレーザービームを、ガルバノスキャナにより前記マスクの所定領域に振らせて照射するようにし、前記ガルバノスキャナは、レーザービームを前記被加工基板上においてX軸方向に振らせるためのX軸用の第1のガルバノミラーと、該第1のガルバノミラーからのレーザービームを前記被加工基板上においてY軸方向に振らせるためのY軸用の第2のガルバノミラーとを含むことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項6】 請求項5記載のレーザー加工装置において、前記カライド反射鏡と前記ガルバノスキャナとの間に、少なくとも1つの結像レンズにより前記カライド反射鏡からのレーザービームの断面形状を縮小して前記マスクに投影するための縮小投影光学系を設けたことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項7】 請求項6記載のレーザー加工装置において、前記マスクはコンタクトマスクであることを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項8】 請求項6記載のレーザー加工装置において、前記マスクはコンフォーマルマスクであることを特徴とするレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザー発振器から

のパルス状のレーザービームを被加工基板に照射して穴あけ加工を行うレーザー加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子機器の小形化、高密度実装化に伴う、プリント配線基板の高密度化の要求に応じて、近年、複数のプリント配線基板を積層した多層プリント配線基板が提供されている。このような多層プリント配線基板では、上下に積層されたプリント配線基板間で導電層（銅箔）同士を電気的に接続する必要がある。このような接続は、プリント配線基板の絶縁層（通常、ポリイミド、エポキシ系樹脂等のポリマー）に、下層の導電層に達するバイアホールと呼ばれる穴を形成し、その穴の内部に導電メッキを施すことによって実現されている。

【0003】 このようなバイアホールを形成するために、最近ではレーザーが利用されている。レーザーを利用したレーザー加工装置は、例えば、CO₂ ガスレーザー発振器でパルス状のレーザービームを発生し、これをレーザービームの断面形状を成形するためのマスクに導く。マスクで成形されたレーザービームは、ガルバノスキャナと呼ばれる走査系に入射し、fθレンズを通して被加工基板としてのプリント配線基板に照射される。ガルバノスキャナは、図7に示すように、レーザービームをX軸方向に振らせるための第1のガルバノミラー71と、第1のガルバノミラー71からのレーザービームをY軸方向に振らせるための第2のガルバノミラー72とを有する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、ガルバノスキャナは、あらかじめ定められた加工パターンに基づいて制御され、レーザービームを走査範囲内（例えば一辺が数十cmの正方形領域）で振らせて、所定の位置に位置決め照射することにより1個ずつ穴あけを行うものである。そのために、被加工基板における加工領域はガルバノスキャナの走査範囲で決まる。また、穴あけ加工の速度は、主にガルバノミラーの応答速度で決まるので、制限がある。

【0005】 そこで、本発明の課題は、穴あけ加工の速度の向上を図ることのできるレーザー加工装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、レーザー発振器からのパルス状のレーザービームを被加工基板に照射して穴あけ加工を行うレーザー加工装置において、前記レーザービームの光路中に該レーザービームの光量を連続的に可変の光量無段階調整機構を設け、該光量無段階調整機構の後には更に、レーザービームエネルギーの強度分布を均一にする均一光学系を設けて、該均一光学系からのレーザービームの断面形状を長四角形にし、前記被加工基板には、前記長四角形の断面形状のレーザービームの照射域に複数個の穴あけ用の穴パターンを持つマスクを通してレーザービームを照射することにより、同時に複数個の穴あ

けを可能としたことを特徴とする。

【0007】前記光量無段階調整機構は、レーザビームの通過域に配置された絞機構とこれを駆動するモータを含む。

【0008】一方、前記均一光学系は、多重反射によりレーザビームエネルギーの強度分布を均一化するカライド反射鏡を含み、特に、前記カライド反射鏡は無酸素銅あるいはベリリウムより成る中空角柱ブロックであり、前記レーザビームの通過路となる中空部分が所定の断面形状を持つように鏡面仕上げされていることを特徴とする。

【0009】本発明によればまた、前記カライド反射鏡から出たレーザビームを、ガルバノスキャナにより前記マスクの所定領域に振らせて照射するようにし、前記ガルバノスキャナは、レーザビームを前記被加工基板上においてX軸方向に振らせるためのX軸用の第1のガルバノミラーと、該第1のガルバノミラーからのレーザビームを前記被加工基板上においてY軸方向に振らせるためのY軸用の第2のガルバノミラーとを含むことを特徴とするレーザ加工装置が提供される。

【0010】前記カライド反射鏡と前記ガルバノスキャナとの間には、少なくとも1つの結像レンズにより前記カライド反射鏡からのレーザビームの断面形状を縮小して前記マスクに投影するための縮小投影光学系を設けることが好ましい。

【0011】前記マスクにはコンタクトマスク、あるいはコンフォーマルマスクが使用される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明によるレーザ加工装置の概略構成を示す。図1において、ここでは、レーザ発生源としてTEA (Transversely Excited Atmospheric pressure) CO₂ ガスレーザ発振器 (以下、レーザ発振器と呼ぶ) を用いている。レーザ発振器10から出射したパルス状のレーザビームは、第1、第2の反射鏡11、12を経由してレーザ光量無段階調整機構13に入射する。レーザ光量無段階調整機構13は、絞機構とこれを駆動するステッピングモータとを含んで、カメラの絞機構のような原理で、入射するレーザの光量を調整するものである。すなわち、レーザ光量無段階調整機構13に入射するレーザビームは、通常、断面が11mm×9mm程度のサイズの長方形になっている。レーザ光量無段階調整機構13は、この断面長方形のレーザビームを機械的に一部制限して切り出す。そして、切り出されたレーザビームのエネルギーは、その切り出し面積に関連して可変となり、この値はステッピングモータの回転量に関連して可変である。

【0013】レーザ光量無段階調整機構13からのレーザビームは、均一光学系20に入射する。均一光学系20

0は、焦点距離 f_1 の入射用集光レンズ21、カライド反射鏡22を含む。均一光学系20は、その構造については後述するが、シングルモードあるいはマルチモードの強度分布を持つレーザを入射用集光レンズ21によりカライド反射鏡22に入射させ、カライド反射鏡22ではその内部での多重反射を利用してレーザビームのエネルギー強度分布を均一にするためのものである。均一光学系20を出たレーザビームは、焦点距離 f_2 、 f_3 の結像レンズ14、15により縮小投影され、前述したガルバノスキャナによる走査系16により振られ、X-Yステージ30上の被加工基板17に照射される。

【0014】ここで、走査系16は、前述したように、レーザビームをX-Yステージ30上における被加工基板17の被加工領域、すなわち走査領域に対してX軸方向に振らせるための第1のガルバノミラー16-1と、第1のガルバノミラー16-1からのレーザビームをY軸方向に振らせるための第2のガルバノミラー16-2とを有する。X-Yステージ30はX軸方向、Y軸方向に可動であり、被加工基板17の1つの被加工領域に対する加工が終了すると、走査系16による走査領域に被加工基板17の次の被加工領域が位置するように被加工基板17を移動させる。

【0015】図2を参照して、カライド反射鏡22について説明する。カライド反射鏡22は、無酸素銅から成る断面長四角形の4本の棒状体22-1~22-4を、これらの間に中空部22-5ができるように組み合わせて成る。これらの組付けは、ボルト22-6で行われる。特に、レーザビームの通過路となる中空部22-5は、四角形の断面形状を持ち、しかもその内面が反射鏡となるように鏡面仕上げされている。

【0016】このようなカライド反射鏡22によれば、入射したレーザビームは中空部22-5内で多重反射し、その結果レーザビームのエネルギー強度分布が均一にされる。エネルギー強度分布の均一度は、入射するレーザビームの断面形状のサイズ、入射用集光レンズ21の焦点距離、中空部22-5の断面形状の大きさ、及び中空部22-5の全長により決定される。中空部22-5の全長が長いほど、多重反射の回数が増え、均一度が向上する。本形態では、中空部22-5の全長は、少なくとも3回の多重反射が行われる長さに設定されるが、多重反射の回数が増えるとロスが増加するので、数回程度の反射が行われるような長さが好ましい。

【0017】なお、カライド反射鏡22の材料としては、CO₂ レーザ発振器の場合には、無酸素銅の他にベリリウムが考えられる。他方、YAGレーザ発振器、エキシマレーザ発振器を使用する場合には、石英のようなガラス材料を使用することもできる。

【0018】このような均一光学系20を用いることにより、レーザビーム照射域でのレーザのエネルギー強度分布が均一化され、プリント配線基板への穴あけ加工の

場合、レーザ光量無段階調整機構13によるレーザビームエネルギーの調整と合わせて、均一なエネルギー強度分布を持つレーザビームを照射することができる。これは、次のような点で有効である。すなわち、プリント配線基板の下面には通常、銅箔による導電層が形成されている。そして、これまでのレーザ加工装置では、レーザ照射域でのレーザビームのエネルギー強度分布はガウシアン分布となり、レーザビームの中心ほどエネルギーが大きい。その結果、プリント配線基板に穴をあけるにとどまらず、導電層に損傷を与えやすいという問題点がある。これに対し、本形態によれば、レーザ照射域でのレーザビームのエネルギーが調整されていると共に、エネルギー強度分布も均一となっているので、導電層に損傷を与えることが無い。

【0019】本形態のレーザ加工装置においては、レーザ発振器10からのレーザビームの最大広がり角度を5mradとし、入射用集光レンズ21の焦点距離 f_1 を120mmとすると、カライド反射鏡22の入り口で集光されるレーザビームのスポットサイズは、最大直径 $120 \times 5 = 600 \mu\text{m}$ となる。このため、カライド反射鏡22の中空部22-5の断面形状のサイズは、 $900 \mu\text{m} \times 4500 \mu\text{m}$ とした。この均一化されたカライド反射鏡22の出射端のレーザビームの像は、 $900 \mu\text{m} \times 4500 \mu\text{m}$ のサイズの矩形となる。この像をレーザビームの照射域、すなわち加工面上でのサイズを1/3に縮小して投影するために、結像レンズ14、15の焦点距離 f_2 、 f_3 の比を3:1になるようにした。本形態では、焦点距離 f_2 を600mm、焦点距離 f_3 を200mmとし、カライド反射鏡22の出射端から結像レンズ14までの距離が600mmになるように設定した。

【0020】その結果、加工面上でのレーザビームのスポットサイズは、 $300 \mu\text{m} \times 1500 \mu\text{m}$ でエネルギー強度分布が均一化されている。

【0021】本発明は、このようにエネルギー強度分布が均一化された、これまでのものより大きなスポットサイズを持つレーザビームにより一度に複数個の穴あけ加工を可能にした点に特徴を有する。以下に、これを説明する。

【0022】図3を参照して、グリーンシートに穴あけ加工を行う場合について説明する。近年、電子部品の高密度化、高集積化に伴い、グリーンシートに必要とされる穴のサイズ、ピッチが縮小化されてきている。穴のサイズは直径 $100 \mu\text{m}$ 、ピッチは短ピッチ側が $600 \mu\text{m}$ 、長ピッチ側が $1200 \mu\text{m}$ で、短ピッチ側の幅が最大 150mm といったグリーンシートが提供されている。勿論、これは一例であり、グリーンシートの種類(製品)により短ピッチ側が $800 \mu\text{m}$ あるいは $1000 \mu\text{m}$ で、長ピッチ側が $1600 \mu\text{m}$ あるいは $2000 \mu\text{m}$ という場合もある。

【0023】本形態では、上記のようなグリーンシートの穴あけにコンタクトマスク方式を採用する。これは、図4に示すように、グリーンシート100上に所望の穴の径とピッチを持つコンタクトマスク200を設置し、上述したスポットサイズのレーザビームをコンタクトマスク200を通して照射することで、必要な穴の径とピッチとを実現する。101は導電層である。

【0024】図5に示すように、図1で説明したスポットサイズ、すなわち $300 \mu\text{m} \times 1500 \mu\text{m}$ のレーザビームで図3に示すようなグリーンシートの穴あけを行う場合には、一度に3個の穴あけ加工を行うことができることが理解できよう。

【0025】ところで、コンタクトマスクとしては、レーザ光を良く反射し、熱伝導性の良好な材料、例えばベリリウム銅や無酸素銅を使用し、必要な貫通穴はエッチング処理により形成した。

【0026】上記の説明は、一度に3個の穴を加工する例であるが、図3に示すようなグリーンシートであっても、レーザ発振器の出力向上とレーザ広がり角度の低下に応じて4個以上の穴を同時加工するレーザ加工装置を提供できる。

【0027】本発明はまた、コンタクトマスク方式に限らず、図6に示すような、コンフォーマルマスク方式にも適用できる。コンフォーマルマスク方式では、被加工基板であるプリント配線基板110とマスク210とがあらかじめ一体化されているものである。111は導電層である。したがって、マスク210への照射領域をレーザビームのスポットサイズに対応する領域に分割するようにし、ガルバノスキャにより各領域に順次レーザビームを照射するようにすることで、穴のサイズやピッチが一定でない場合でも、レーザビームのスポットサイズ内に入る複数の穴を同時に加工できる。

【0028】なお、上記の説明では、穴あけをレーザビーム1ショットで行うようにしているが、これまでの穴あけ加工では、通常2~4ショットで行われており、このような場合でも本発明が適用できることは言うまでも無い。また、レーザ発振器は、TEA-CO₂レーザ発振器に限らず、エキシマレーザ発振器、YAGレーザ発振器等のどのようなレーザ発振器でも使用できる。

【0029】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によるレーザ加工装置は、複数の穴あけを同時に行うことができるので、加工速度が飛躍的に向上する。また、レーザビーム照射域でのレーザのエネルギーの調整及び強度分布を均一化できるので、特に銅箔による導電層が形成されるプリント配線基板への穴あけ加工に適している。すなわち、導電層に損傷を与えることなく穴あけを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザ加工装置の概略構成を示し

た図である。

【図2】図1に示された均一光学系におけるカライド反射鏡の構造を説明するための正面図である。

【図3】本発明に使用される被加工基板の一例として、グリーンシートの場合についてそこに形成される穴の配置例を示した図である。

【図4】本発明が適用されるコンタクトマスク方式による穴あけを説明するための断面図である。

【図5】本発明により得られるレーザービームの加工面上でのサイズと図3に示された穴との関係を説明するための図である。

【図6】本発明が適用されるコンフォーマルマスク方式による穴あけを説明するための断面図である。

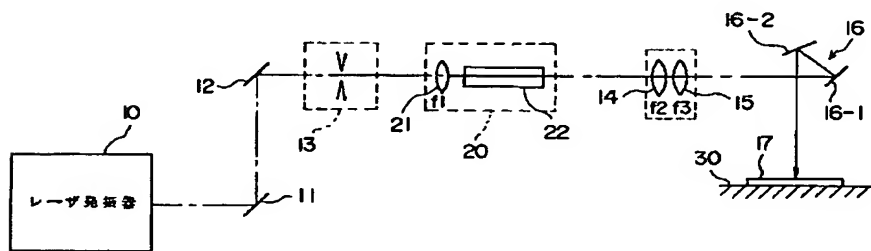
【図7】ガルバノスキャナの概略構成を示した図であ

る。

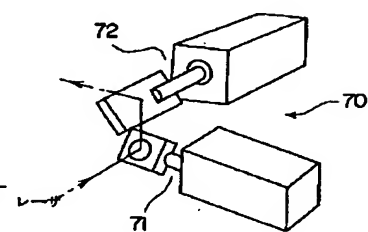
【符号の説明】

- 10 レーザ発振器
- 11、12 反射鏡
- 13 レーザ光量無段階調整機構
- 14、15 結像レンズ
- 16 走査系
- 16-1、16-2 第1、第2のガルバノミラー
- 17 被加工基板
- 20 均一光学系
- 21 入射用集光レンズ
- 22 カライド反射鏡
- 30 X-Yステージ

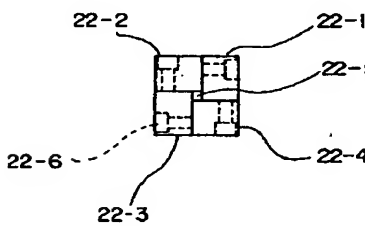
【図1】



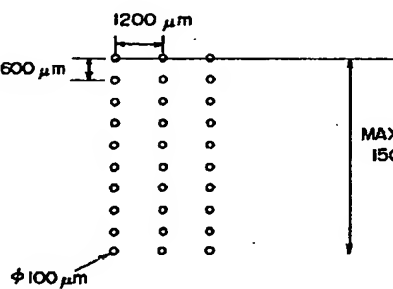
【図7】



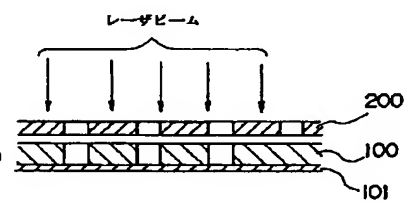
【図2】



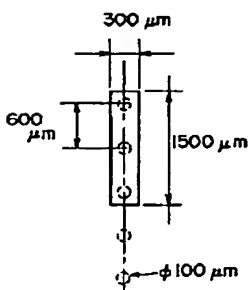
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

